

고출력 수은램프의 램프전압 실험식

The Empirical Equation of High Output High Pressure Mercury Discharge Lamp Voltage

李 鎮 雨*

(Chin-Woo Yi)

요 약

본 논문에서는 입력이 80~100 [W/cm] 범위에 있는 고압수은램프의 램프전압을 단위길이당 봉입수은량과 램프직경에 대한 실험식으로 유도하였다.

Abstract

This paper derives the empirical equation of high pressure mercury discharge lamp voltage. This equation consists of mercury weight per unit length and lamp diameter. The lamp input lies 80~100 [W/cm].

1. 서 론

일정한 관직경을 갖는 수은램프의 램프전압은 램프입력, 램프의 전도손실, 수은봉입량 및 램프 직경에 따라 결정된다.¹⁾ 그러므로 수은램프의 램프전압과 이들간의 관계를 규명하는 것은 수은램프의 제작을 보다 용이하게 할 수 있다.

현재 자외선을 이용하기 위한 고출력 수은램프의 사용이 점차 증대되고 있는 반면, 지금까지 연구된 수은램프는 주로 조명용으로 단위길이당 출력이 15~60 [W/cm] 범위에 머물고 있다.¹⁾ 본 논문에서는 단위길이당 출력이 80~100 [W/cm]인 고압수은램프에 적용가능한 램프전압의 실험식을 구하였다.

2. 본 론

고압수은램프의 축방향 전계는 다음 식으로 유도된다.¹⁾

$$E = K \frac{P^{1/2}}{(P' - 4.5P'^{1/4})^{V_i/4V_m}} \times \frac{m^{(1/4 + V_i/4V_m)}}{d^{3/2}} \quad (1)$$

여기에서 E [V/cm]는 전계, K는 비례상수, P' [W/cm]은 단위길이당 입력, V_i[eV]는 이온화에너지, V_m[eV]은 평균여기에너지, m' [mg/cm]는 단위길이당 봉입수은량, d[cm]는 램프직경이다. 식(1)에서 단위길이당 전도손실은 4.5P'^{1/4}로 가정하였다.

식(1)에서 미지수 V_m을 구하기 위하여, 식(1)의 우변 첫째 항은 일정하다고 가정한다. 그리고 양변에 log를 취하면 다음의 식으로 변형된다.

* 正會員 : 세명백트론(株) 研究室長 · 工博

接受日字 : 1992年 1月 24日

$$\log(E \cdot d^{3/2}) = (1/4 + V_i/4V_m) \log(m') + A \quad (2)$$

여기에서 $A = \log[K \cdot P'^{1/2} (P' - 4.5 P'^{1/4})^{-V_i/4V_m}]$ 이다. V_m 을 구하기 위하여 램프직경이 2.2[cm]인 고출력 고압수은램프를 제작하여 단위길이당 봉입수은량 m' 과 램프전압 V_i [V]과 램프입력 P' [W]를 측정하였다. 음극전압강하를 15 [V]로 가정하면, 램프전압과 축방향 전계간에는 다음의 관계식이 성립한다.¹⁾

$$V_i = E \times L + 15 \quad (3)$$

여기에서 L [cm]은 램프길이이다.

$\log(m')$ 와 $\log(E \cdot d^{3/2})$ 의 관계를 일차 회귀시킨 그래프를 그림1에 도시하였다. 이 회귀식을 이용하여 구한 기울기로부터 V_m 을 구하고, 상수계수에서 상수 A 를 구한다. 작성된 실험식은 다음과 같다.

$$E = 12.3m'^{0.64}d^{-3/2} \quad (4)$$

계산된 V_m 은 8.69[eV]이다.

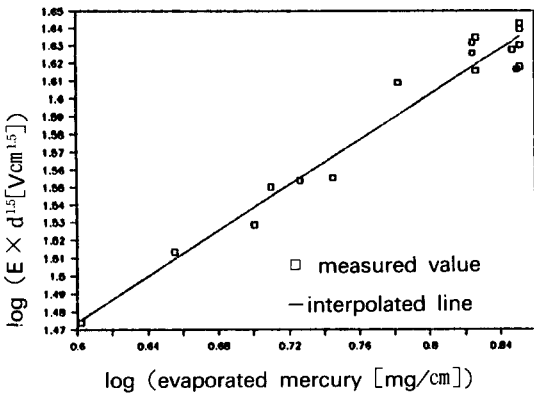


그림1. $\log(m')$ 의 함수로 표현한 $\log(E \cdot d^{3/2})$

Fig.1. $\log(E \cdot d^{3/2})$ as a function of $\log(m')$

계산된 V_m 을 식(1)의 우변 첫째 항에 대입하여 계산하여 보면, 80~100[W/cm]의 범위에서 3.6%의 차이가 있다. 계산된 평균여기전압은 15~60[W/cm]인 경우의 7.8[eV]에 비하여 높게 나타났다.¹⁾

램프전압은 식(4)를 식(3)에 대입하여 구한다.

3. 결론

램프입력이 80~100 [W/cm]의 고압수은램프를 제작하여, 램프전압을 계산하기 위한 실험식을 구하였다. 본 논문에서 구한 실험식은 고압수은램프의 제작시 시행착오를 크게 줄일 수 있다고 사료된다.

식(1)의 형태에 사용되는 평균여기전압은 램프입력이 증가함에 따라 증가함을 볼 수 있었다.

앞으로 다른 입력범위에 대하여도 연구가 되어져야 할 것이다.

4 참고문헌

- 1) Elenbaas, W., Light Sources., McMillan, pp.140 -146, 1972.